

L2 ANSWER 1 OF 14 WPIDS COPYRIGHT 2000 DERWENT INFORMATION LTD
AN 1997-430395 [40] WPIDS
DNC C1997-137732
TI Plastic injection mould - has passages near cavity of mould which heating medium passes through.

DC A32

PA (DAIH-N) DAIHO KOGYO KK

CYC 1

PI JP 09193223 A 19970729 (199740)* 10p <--

ADT JP 09193223 A JP 1996-24690 19960118

PRAI JP 1996-24690 19960118

AN 1997-430395 [40] WPIDS

AB JP 09193223 A UPAB: 19971006

① In a plastic injection mould, passages are provided near the cavity of the mould and a heating medium is passed through the passages. If the diameter or width of the passage = d , the pitch distance between the passages = p , the distance between the cavity wall surface and the passage wall = Y , and the distance between the cavity wall surface and the passage wall at the central position of passages = $1c$ ($tc/Y = kt$), the ratio of the diameter of the passage (d), the distance between the passages (p), and the distance between the cavity wall surface and the passage wall (Y) is obtained from equation (I).

ADVANTAGE - The unevenness of the temperature distribution on the mould wall surface can be controlled to a specified range which the practical use can permit.

Dwg. 0/14

L2 ANSWER 2 OF 14 WPIDS COPYRIGHT 2000 DERWENT INFORMATION LTD
AN 1995-182501 [24] WPIDS
DNC C1995-084456
TI Injection moulding - by forming first heating medium passages near cavity walls of cavity mould and/or core mould and second heating medium passages at parts of moulds apart from cavity walls..

DC A32

PA (DAIH-N) DAIHO KOGYO KK

CYC 1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 9 3 2 2 3

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 7 月 29 日

(51) Int. Cl. ⁶

B29C 45/73

45/78

識別記号

庁内整理番号

7639-4F

8109-4F

F I

B29C 45/73

45/78

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 2 4 6 9 0

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 1 月 18 日

(71) 出願人 0 0 0 2 0 7 7 5 7

大宝工業株式会社

大阪府守口市大日町 1 丁目 3 番 7 号

(72) 発明者 北市 敏

大阪府守口市大日町 1 丁目 3 番 7 号 大宝

工業株式会社内

(72) 発明者 高岡 成幸

大阪府守口市大日町 1 丁目 3 番 7 号 大宝

工業株式会社内

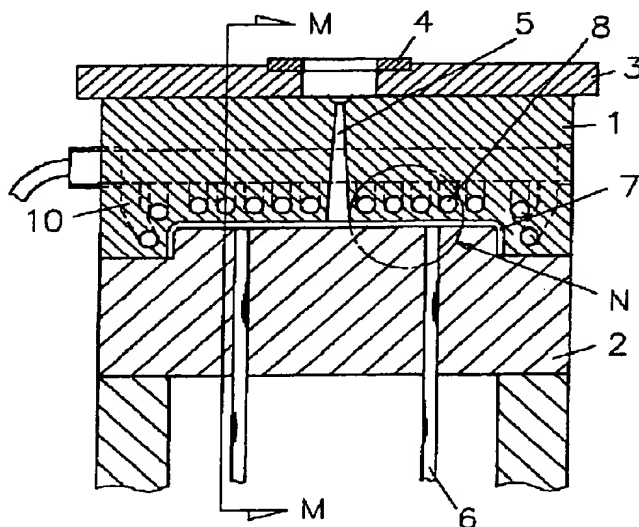
(54) 【発明の名称】 プラスチック射出成型型およびその成型型を用いたプラスチック射出成型法

(57) 【要約】

【課題】 温度分布ムラを所定の範囲に押さえて転写率の向上、成形不良の減少ないし根絶を実現する。

【解決手段】 金型のキャビティ 7 の近傍に複数の流路 8 を設け、上記複数の流路 8 に熱媒体を流す構造のプラスチック射出成型型において、上記流路 8 に所定の流量の 100℃以上の圧力水または冷却水を流してキャビティ 7 の壁面の温度を急速に上昇させ、また急速に冷却させ、さらに壁面距離比 K_t を 2.0 以下、好ましくは 1.5 以下に設定してキャビティ 7 の壁面から流路 8 の壁までの距離 Y 、流路 8 の径 d 、ピッチ距離 p に関する比を所定にすることにより、型壁面の温度分布ムラを実用上差し支えない範囲に押さえる。

7 キャビティ
8 流路



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金型のキャビティの近傍に複数の流路を設けた射出成型において、上記流路の径もしくは幅を d とし、流路と流路とのピッチ距離を p とし、流路位置における上記キャビティの型壁面から流路の壁までの距離を Y とし、流路と流路との中央位置におけるキャビティの型壁面から流路の壁までの距離を t_c とし、 $t_c /$

$$Kt = \sqrt{\left\{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{d}{Y}\right)\right\}^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{p}{Y}\right)^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{d}{Y}\right)$$

【請求項 2】 距離 Y を 6 mm 以下として急速な昇温速度、冷却速度を得た請求項 1 記載のプラスチック射出成型。

【請求項 3】 壁面距離比 Kt の値を 2.0 以下にして温度分布の均一性を確保した請求項 1 記載のプラスチック射出成型。

【請求項 4】 壁面距離比 Kt の値を 1.5 以下にして温度分布の均一性を確保した請求項 3 記載のプラスチック射出成型。

【請求項 5】 距離 Y を 6 mm 以下の値とし、壁面距離比 Kt の値を 1.5 以下にして急速な昇温速度、冷却速度を得つつ温度分布の均一性を確保した請求項 1 記載のプラスチック射出成型。

【請求項 6】 請求項 1 記載のプラスチック射出成型を用い、流路に流す熱媒体として清水の圧力水を用い、流量と流路の径を数 2 を満足するようにしたプラスチック射出成型法。

【数 2】

$$Q = \left(\frac{d}{10}\right)^2 \times 5$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、プラスチック射出成型に用いる成型型および成型法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 プラスチックの射出成型は、目的とする製品形状と同形状のキャビティを有する成型型に溶融したプラスチックを射出し冷却固化せしめて行う。得られた製品の外観は成型型のキャビティとほぼ等しいのはもちろんであるが、厳密には異なる。

【0003】 特に、キャビティ表面の微細な凹凸は正確に転写されない場合が多い。これは、溶融プラスチックがキャビティ表面に接触した瞬間に溶融プラスチック表面に薄い固化層が形成されるので、キャビティ表面の微細な凹凸の正確な転写を妨げるからである。キャビティ表面の微細な凹凸の寸法と、得られたプラスチック成型品の表面の微細な凹凸の寸法との比を転写率と呼んでいるが、精密なプラスチック射出成型においては、この転写率を高くすることが課題の 1 つである。

【0004】 また、プラスチックの射出成型における製

Y を壁面距離比 Kt とし、数 1 における壁面距離比 Kt に許容温度分布ムラにより定まる値を代入して求めた p / Y の値以下となるピッチ距離 p および距離 Y を型寸法として型壁面の温度分布ムラを許容範囲に収めたプラスチック射出成型。

【数 1】

品の不良として、「ウエルド」、「ひけ」、「シルバ—」と呼ばれる 3 つの大きな不良項目があり、これらの 3 大不良を減少もしくは絶滅することは射出工程の現場では極めて重要である。

【0005】 上述した転写率の改善方法ならびに上記 3 大不良の減少対策として、高温成形と呼ばれる成形方法が知られている。これは予めキャビティ表面の温度を上げておくことにより溶融プラスチックの固化層の形成を遅らせ、キャビティ表面の微細な凹凸を正確に転写させ、その後型を冷却してプラスチック成型品を完全に固化させて取り出す方法である。またこの高温成形を用いることにより、先に述べた成形の 3 大不良も減少もしくは絶滅することもできる。このように高温成形法は射出成型として優れた工法である。

【0006】 しかし、高温成形においては一般に金型の昇温、冷却に時間がかかるので通常の射出成型サイクル時間内に収まらず、成形コストが高くなるという欠点があった。

【0007】 例えば、高温成形の代表例として型の加熱のために型に電気ヒータを埋め込む方法がある。この方法では型壁面温度を上げるためには、電気ヒータを埋め込んでいる部分も加熱せねばならないので被加熱部の熱容量が大きくなり、所定の温度に加熱するのに長時間を要する上に、冷却時間も延長されてしまう。加熱、冷却に要する時間は、型の大きさ、使用環境等で大幅に変化するが、例えば型壁面温度を 50℃ 上昇、下降させようとする場合、このような電気ヒータを埋め込んだ方法では、数分ないし数 10 分単位の時間を要するのが通例であった。これでは数秒を争って成形時間を短縮しようとしている成形現場に受け入れられないのは当然である。

【0008】 電気ヒータの代わりに型に適当な流路を設け、この流路に高温熱媒体を流す方法が提案されており、例えば特開昭 62-117716 号公報、特開平 1-115606 号公報がある。

【0009】 この方法の利点の 1 つは、流路を型壁面に近付けて設けることにより加熱時間を短縮できることである。流路と型壁面との熱伝導が良くなるのに加えて被加熱部の熱容量を小さくできるからである。さらに、この方法の大きな利点としては加熱時には高温の熱媒体を流路に流し、冷却時には低温の熱媒体を流すので、加熱

時間だけでなく冷却時間も短縮することができる。

【0010】高温成形において、昇温速度、冷却速度と並んで実用上重要な項目として型壁面の温度分布の一樣性がある。仮に大きな昇温速度が得られ、その結果成形サイクルが短縮できても、型壁面の温度分布の一樣性が悪いと肝心の射出成形品の性状、仕上がり状態にムラが生じて通常成形よりかえって外観が悪くなることさえある。

【0011】上記の特開昭 6 2 - 1 1 7 7 1 6 号公報は、流路と型壁面との間の熱抵抗を減少させるため良熱伝導材でキャピティを構成することを提案しているが、温度分布ムラについては触れていない。

【0012】また、特開平 1 - 1 1 5 6 0 6 号公報は温度分布の一樣性についての考慮は払っているが、後述するように十分ではない。さらに、特開平 1 - 1 1 5 6 0 6 号公報が開示している昇温速度は、50℃の昇温に約 1 分ないし 1 分半を要しており、昇温速度としても不足している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】射出成形において、転写率を向上させ、かついわゆる成形の 3 大不良の対策として樹脂の射出前に、予め型壁面の温度を上昇させておく高温成形が有効な手段であることは既に述べた。

【0014】高温成形の効果を発揮させるには、樹脂射出前の型壁面の温度を樹脂のガラス転移点の近傍、できればガラス転移点以上にしておくことが必要である。樹脂のガラス転移点は樹脂の種類により異なるが一般に 100℃～120℃以上である。また、冷却時の型壁面温度は普通 40℃～80℃であるので昇温温度幅、冷却温度幅は 40℃～80℃となる。一方、成形サイクルの延長を防ぐには、昇温、冷却に充てられる時間は最大でも 40 秒、できれば数秒に抑えなければならない。

【0015】従って、昇温速度および冷却速度としては 1℃/秒以上は必要であるので、このような大きな昇温速度、冷却速度を得るための具体的な手段として、従来例で述べたように型壁面の近傍に流路を設け、この流路に高温もしくは低温の熱媒体を流す方法が提案されていた。

【0016】ところで、一般に物体を加熱した場合の温度上昇の様子は、図 1 2 の曲線 A に示すように 1 次遅れ要素におけるステップ応答で近似できる場合が多い。後述するように型壁面の温度上昇の様子は、図 1 2 の曲線 A とほぼ同じであることを我々の実験結果も示している。温度上昇が 1 次遅れ要素であるステップ応答では時定数 T 1 という値が定義され、時定数 T 1 における温度は最終到達温度 θ_1 の約 63% であることが判っている。また、時定数 T 1 の 2 倍の経過時間を T 2 とすると、T 2 における温度 θ_2 は最終到達温度 θ_1 の約 86% である。さらに、時定数 T 1 の 3 倍の経過時間を T 3 とすると、T 3 における温度 θ_3 は最終到達温度 θ_1 の

約 95% であり、時定数 T 1 の 4 倍の経過時間を T 4 とすると、T 4 における温度 θ_4 は最終到達温度 θ_1 の約 98% である。そこで、昇温速度を比較する指標として我々は上記 T 2, T 3, および θ_2, θ_3 を用いている。図 1 2 の破線 B の勾配が温度 θ_2 に達するまでの平均昇温速度を示す。上記した型壁面の昇温速度 1℃/秒以上の値とは、図 1 2 の破線 B の勾配である平均昇温速度が 1℃/秒以上の値であると解釈しても差し支えない。これに対し、図 1 2 の曲線 A の接線 C の勾配は加熱開始時点での昇温速度を示しており、その値は上記破線 B で示される昇温速度の約 2 倍である。すなわち、型壁面の昇温速度を 1℃/秒以上の値にするには、加熱開始時点での昇温速度を約 2℃/秒以上にする必要がある。

【0017】すなわち、成形サイクルの延長を押さえ高温成形を実用化するには、加熱開始時点での昇温速度を約 2℃/秒以上にする必要があるが、それには流路と型壁面との配置関係ならびに用いる熱媒体の種類、流量等の熱移動に関係する諸量を適切に選定しなければならないという問題があった。

【0018】まず、金型加熱用の熱媒体について述べると、油を主成分とする流体を用いる例が報告されている。これは油系の熱媒体は、常圧における飽和温度が高いので沸騰しにくく、従って取り扱いが容易だからであろう。例えば、成形加工学会から出版されている学術誌「成形加工 VOL. 6, NO. 2」に掲載された論文：「金型急加熱・冷却システムとその適用事例」（以下、文献 1 とする）は熱媒体として油を用いている。しかし我々の検討結果では、油系の熱媒体は粘度が高いこともあって流路の壁面との間の熱渡過率の値が小さくなり、十分な昇温速度、冷却速度が得られ難いという問題があった。また、例えば特開平 1 - 1 1 5 6 0 6 号公報のごとく、油の代わりに飽和蒸気を用いる案も提案されている。しかし、この場合も蒸気と流路壁面との間の熱渡過率の値が小さくて、十分な昇温速度、冷却速度が得られないという問題があった。

【0019】さらに、流路を型壁面の近傍に設けるとしても、いたずらに流路を型壁面に近付ければ良いという訳ではなく、型壁面の温度分布の均一性を十分考慮した配置でなければならない。一般的な傾向として昇温速度、冷却速度を大きくするには流路を型壁面に近付けるのが良いが、流路を型壁面に近付けると温度分布の均一性が悪くなるという傾向がある。高温成形による成形品は転写率が向上することは既に述べたが、それだけに型壁面に温度分布ムラが存在すると成形品の外観に光沢ムラが発生することになり、温度分布ムラの程度によっては通常成形品より外観性状が劣ることにもなりかねない。それだけに昇温速度、冷却速度を大きくし、かつ温度分布の一樣性を確保するのは実際問題として厄介な問題であった。

【0020】図13は型壁面の近傍に流路を設け、その流路に高温熱媒体を流した時の型壁面上の温度分布を示した一例である。図13(b)は型壁面の近傍に設けた流路に垂直に切断した断面図を示し、図13(a)は図13(b)の対応する位置における温度を示したものである。図13(b)で14が型壁面であり、8は熱媒体用の流路である。流路が存在する位置を一点鎖線F1-F1, F2-F2, F3-F3で示し、流路と流路の丁度中間の位置を一点鎖線G1-G1, G2-G2で示している。図に示すように、流路が存在する位置における型壁面温度は、その他の位置における型壁面温度より高くなっている。すなわち、温度分布ムラが存在する。ある時刻に曲線S1で示されていた温度分布は時間の経過と共に上方へ移動し、曲線S2で示される温度分布となる。すなわち、時間の経過と共に温度分布は一様化の方向に向かう。しかし、逆に言えば様な温度分布を得るには時間の経過が必要であって、これは成形サイクルの延長を避けたいという要求と矛盾する。

【0021】ここで、曲線S1, S2で示した温度分布で流路の存在する位置(一点鎖線F1-F1の位置)における温度をそれぞれ $\theta f 1$, $\theta f 2$ 、中間位置(一点鎖線G1-G1の位置)における温度をそれぞれ $\theta g 1$, $\theta g 2$ とすると θf と θg との比、すなわち $R \theta 1 = \theta g 1 / \theta f 1$, $R \theta 2 = \theta g 2 / \theta f 2$ の値で温度分布ムラの尺度とする。当然、 $R \theta$ の値が1に近いほど温度分布が一様であることを意味する。

【0022】成形サイクルの延長を最小限に押さえつつ、しかも上記した温度分布ムラ $R \theta$ を1に近付けるには図13に示す流路8の径 d 、流路8と壁面14との距離 Y および流路8のピッチ距離 p の値を適当な値に収めなければならない。

【0023】図14は岡田清監修「射出成型」第5版：プラスチック・エージ社刊(以下、文献2とする)の図49から引用したもので、冷却穴径とその位置関係を示した従来例の一例である。穴径を1とした時、穴と穴とのピッチ距離は5、穴の中心と型壁面との距離は3にすることを述べている。すなわち、穴と型壁面との距離より穴と穴のピッチ距離の方が大きくなっている。この図は通常の成形条件における一般的な冷却穴の配置を示しているので、本発明が目的としている急速加熱、急速冷却の場合の流路の配置とは異なるのは当然であるが、もしこのような通常の金型における流路の配置を高温成形に用いると図13で示した温度分布ムラは大きくなる。

【0024】また、特開平1-115606号公報はこの点について、「流路ピッチは流路幅+4mmないし流路幅+10mmに選ぶのが良く、特に流路幅+10mmを越えると昇温速度が遅くなり、温度斑が大きくなる傾向がある」と述べており、温度分布の一様性についての考慮は払っているが、温度分布ムラに影響を与えるのは

単に流路ピッチ距離だけではなく、図13に示す流路8の径(または流路幅) d 、流路8と型壁面14との距離 Y および流路8のピッチ距離 p の3つの要因すべてに関係し、特に距離 Y とピッチ距離 p との関係が重要であるが、この点についての記述はない。

【0025】また、上記した文献1においては、 $Y = 10 \text{ mm}$ に対し $p = 28.5 \text{ mm}$ となっていて、後述するように我々の検討結果では、温度分布の一様性としては不十分である。

【0026】以上説明したように、従来においては、実用的な昇温速度、冷却速度を実現して温度分布ムラを所定の範囲に収める手段については解決されていないという問題があった。

【0027】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、型壁面の近傍に熱媒体を流す流路を設け、流路の径もしくは幅 d 、流路と型壁面との距離 Y 、および流路のピッチ距離 p の3つの要因を適切な値に選ぶ選択手段を提供し、上記選択手段を適切に用いることにより、温度分布ムラが最小限で、かつ、型壁面の昇温速度、冷却速度を大きい高温成形用の射出成形用金型としている。さらに熱媒体の種類と流量と流路径との選定手段を提供し、上記選定手段を適切に用いることにより型壁面の昇温速度、冷却速度をさらに大きくした射出成形法としている。

【0028】そして、本発明のプラスチック射出成型は上記した構造を持っているので、型壁面温度の急速な昇温速度、冷却速度を実現しつつ型壁面の温度分布ムラを実用上差し支えない範囲に押さえることが可能になった。従って、本発明のプラスチック射出成型を用いることにより成形サイクルの延長を最小限に押さえつつ高温成形の特徴を発揮できるので、転写率を著しく向上することが可能になった外、「ウエルド」、「ひけ」、「シルバー」等のいわゆるプラスチック成形の3大不良を軽減もしくは絶滅することが可能となった。

【0029】また、本発明のプラスチック射出成型型を用い、かつ本発明の射出成形方法を採用することにより熱媒体の流路における熱透過率を著しく改善できたので急速な昇温速度、冷却速度が可能となり、成形サイクルの延長を最小限に押さえることができた。

【0030】

【発明の実施の形態】本発明は、金型のキャビティの近傍に複数の流路を設け、上記流路の径もしくは幅を d とし、流路と流路とのピッチ距離を p とし、流路位置における上記キャビティの型壁面から流路の壁までの距離を Y とし、流路と流路との中央位置におけるキャビティの型壁面から流路の壁までの距離を $t c$ とし、 $t c / Y$ を壁面距離比と呼び $K t$ で表わした時、型壁面の許容温度分布ムラにより定まる数値を壁面距離比 $K t$ に代入して数1を満足する d / Y , p / Y を求め、求めた p / Y の

7

値より小さい値の p/Y を型寸法とするプラスチック射出成形型を提供するものである。

【0031】さらに本発明は、金型のキャビティの近傍に複数の流路を設け、流路位置における上記キャビティの型壁面から流路の壁までの距離を Y とした時、上記 Y 寸法を 6 mm 以下の値とすることにより型壁面温度の急速な昇温速度、冷却速度を実現したプラスチック射出成形型を提供するものである。

【0032】さらに本発明は、キャビティの型壁面から流路の壁までの距離を Y 、流路径 d 、ピッチ距離 p に関する比を数 1 を満足するように選ぶ時に、数 1 の Kt に代入する値を 2.0 以下に選ぶことにより、好ましくは Kt に代入する値を 1.5 以下に選ぶことにより型壁面の温度分布ムラを実用上差し支えない範囲に押さえたプラスチック射出成形型を提供するものである。

【0033】さらに本発明は、キャビティの型壁面から流路の壁までの距離 Y を 6 mm 以下の値とし、上記 Y 寸法、流路径 d 、ピッチ距離 p に関する比を数 1 を満足するように選ぶ時に、数 1 の Kt に代入する値を 2.0 以下に選ぶことにより、好ましくは Kt に代入する値を 1.5 以下に選ぶことにより、型壁面温度の急速な昇温速度、冷却速度を実現しつつ型壁面の温度分布ムラを実用上差し支えない範囲に押さえたプラスチック射出成形型を提供するものである。

【0034】さらに本発明は、金型のキャビティの近傍に複数の流路を設け、上記流路の径もしくは幅を d とし、流路と流路とのピッチ距離を p とし、流路位置における上記キャビティの型壁面から流路までの距離を Y とし、流路と流路との中央位置におけるキャビティの型壁面から流路の壁までの距離を t_c とし、 t_c/Y を壁面距離比と呼び Kt で表わした時、型壁面の許容温度分布ムラにより定まる数値を壁面距離比 Kt に代入して数 1 を満足する d/Y 、 p/Y を求め、求めた p/Y の値より小さい値の p/Y を型寸法とするプラスチック射出成形型を用い、流路に流す熱媒体として清水の圧力水を用い、流量と流路径を数 2 を満たすように選んだプラスチック射出成形方法である。

【0035】

【実施例】

(実施例 1) 図 1 は本発明の一実施例を示したプラスチック射出成形型の断面図であり、図 2 は図 1 の矢線 M-M における断面図、図 3 は図 1 における N 部分すなわち一点鎖線で示す円における拡大断面図である。1 は固定型、2 は可動型、3 は型取付板、4 はロケートリング、5 はスブルー孔、6 はエジェクターピンである。固定型 1 と可動型 2 とを閉じて形成される空間がキャビティ 7 である。固定型 1 はロケートリング 4 により射出成形機の所定の位置に位置決めされる。溶融樹脂は射出ノズル(図示せず)からスブルー孔 5 を経てキャビティ 7 に射出される。固定型 1 のキャビティ 7 に沿って、図 1 に示

8

すように流路 8 が多数設けてある。図 2 に示すように固定型 1 の前後にタンク 9 A、9 B が設けてあり、上記流路 8 はタンク 9 A、9 B に連結管 10 A、10 B により連結されている。タンク 9 A、9 B は供給管 11 A、11 B により水源に連結されている。プラグ 12 A、12 B は供給管 11 A、11 B を固定型 1 に固定するためのものであるが、プラグ 12 A、12 B には熱電対が設けてあり、供給水温を検出できるようになっている。上述したような流路 8 を配置したプラスチック射出成形型の構成は公知であるが問題は、図 3 に示すような流路 8 の直径 d 、流路 8 とキャビティ 7 の壁面との寸法 Y 、流路 8 と流路 8 とのピッチ距離 p をどのように選ぶか、また流路 8 に流す熱媒体の種類ならびに流量等の諸元をいかに決定すべきかである。

【0036】まず、本実施例においては、熱媒体としては加熱した清水を用いる。加熱時の型壁面温度は先に述べたように $100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 以上であるので、清水の加熱温度は 130°C 以上である。当然、清水には飽和圧以上の圧力を加えて蒸発を防いでいる。

【0037】通常、熱媒体としては飽和温度の高い油を用いることが多いが、油は一般に粘性が大きいため流路壁との間の熱渡過率(境膜係数ともいう)が小さくなり、その結果、我々の検討結果では大きな昇温速度を得ることが困難であった。

【0038】また、飽和蒸気を用いる案もあるが、蒸気のままではやはり上述の熱渡過率が小さい。蒸気が凝縮して流路壁に水膜を形成すると熱渡過率は大きくなるが、十分な熱渡過率を得るには水の流速を大きくすることが必要で、それには圧縮水を用いるのが最も適している。

【0039】圧縮水を用いたとしても、水の流速は流量と流路径により変わるので、大きな熱渡過率を得るには流量と流路径を適切な値に選ばなければならない。我々は実験結果より、流路 8 の径 d をミリメートルで表わし、流量 Q をリットル/分で表わした時、数 2 で示す実験式を満足するよう流路径と流量を選ぶことにより、十分大きな熱渡過率が得られることを見いだした。

【0040】実用的なポンプの容量等から流量の値は、流路 1 本について 15 リットル/分以下を標準とするのが適当である。また、流路径は型の強度上の制限ならびに工作上的制限から 3 mm 以上に選ぶ必要がある。

【0041】流量と流路径の制限、ならびに数 2 を満たす必要から流量、流路径を決定する。なお、後述するが熱媒体の流路の形状は必ずしも円形である必要はない。その場合は流路径に代わって流路幅、あるいは流路径に相当する代表寸法を d の値として用いる。

【0042】次に、流路 8 の壁面とキャビティ 7 の型壁面との距離 Y (図 3 または図 1 3 参照) の値であるが、単に温度上昇速度、冷却速度を大きくするだけの観点から選ぶのであれば、金型強度が許す範囲で Y の値をでき

るだけ小さく選べば良い。しかし、温度分布の一様性を考慮に入れると、Yの値は流路8の径dの値により制限をうけるが、これについて述べる。

【0043】まず、本発明において温度分布ムラは、図13において $R\theta = \theta_g / \theta_f$ で表わすことは既に述べた。

【0044】そして、温度分布の一様性を確保する条件として、上記した流路径d、Y寸法およびピッチ距離pとの関係について考察した結果、数1に示す関係があることが判った。

【0045】この式においてKtは壁面距離比と呼んでいる数値である。そして、数1に代入するKtの値は、温度分布の一様性の尺度であるRθの値から求める。例えばT2時点でRθを60%以上に保つためにはKtの値は2.0以下であれば良いが、T2時点でRθを80%以上に保つにはKtの値は1.5以下にする必要がある。

【0046】上記のRθとKtとの関係は後述するように、まずシミュレーション計算で見だし、次に実験的に確認して求めたものである。

【0047】Rθの値は、求められる成形品の表面性状の程度により変わる。通常の成形品においてはRθの値は60%以上で良い場合もあるが、成形品の表面性状の一様性が非常に厳しく要求される場合には、Rθの値は80%以上を確保する必要がある。

【0048】すなわち、所望の成形品の表面性状によって達成すべきRθの値が求められ、Rθの値が決まるとそのために必要なKtの値が決定され、Ktの値が決まると数1を満足するp/Y、d/Yを求めることができる。数1を満足するp/Y、d/Yの値をそれぞれ(p/Y)_c、(d/Y)_cとすると、実際に型設計に採用するp/Yの値は、温度分布の一様性を確保するためには上記(p/Y)_cの値より小さくしなければならない。すなわち、数3の関係を満たす必要がある。

【0049】

【数3】

$$\frac{p}{Y} \leq \left(\frac{p}{Y} \right)_c$$

【0050】一方、p/Yの値をあまり小さくすると、流路8と流路8とが干渉することになるから、干渉を避けるにはp/Yの値は(d/Y)_cの値より大きくなければならない。すなわち、数4を満たす必要がある。

【0051】

【数4】

$$\frac{p}{Y} > \left(\frac{d}{Y} \right)_c$$

【0052】この関係を図11(a)、(b)を用いて説明する。図11(a)の曲線Pyは、数1においてKt=2.0とおいた時のd/Yとp/Yとの関係を示している。従って、数3を満たす領域は図の曲線Pyより

下方の領域である。また、図11(a)の直線Pdはp/Y=d/Yを示しているから、数4を満たすためには直線Pdより上方の領域でなければならない。従って結局、斜線で示した領域Sが実際に型設計に採用できる領域である。すなわち、d/Yの値は約6.0以下であることが要請される。

【0053】また、図11(b)の曲線Pyは、数1においてKt=1.5とおいた時のd/Yとp/Yとの関係を示している。従って、数3を満たす領域は図の曲線Pyより下方の領域である。また、図11(b)の直線Pdはp/Y=d/Yを示しているから、数4を満たすためには直線Pdより上方の領域でなければならない。従って結局、斜線で示した領域Sが実際に型設計に採用できる領域である。すなわち、d/Yの値は約3.45以下であることが要請される。

【0054】単に温度上昇速度、冷却速度を大きくするだけの観点では金型強度が許す範囲でYの値をできるだけ小さくする方が良いのであるが、Yの値を小さくすると上記のd/Yの値が大きくなってしまふ。従って、数1、数3、数4を満足することを考慮しつつ、Yの値を選ぶことになる。

【0055】一方、既に述べたように、型壁面の昇温速度を加熱開始直後で2℃/秒以上の値を確保せねばならない。このため、シミュレーション計算により昇温速度とY寸法との関係を求め、その結果を実験型を作り検証した。

【0056】図6はシミュレーション計算により、昇温速度とY寸法との関係を求めた結果である。横軸にY寸法をとり、縦軸に時間T2までの昇温速度をとっている。

【0057】また、図7は上記した図1とほぼ同様の実験型を鋼材を用いて製作し、熱媒体として110℃の熱水を流路に流した時の型壁面温度の応答を実験した結果である。図7は縦軸は温度、横軸は時間を表わしているが、実験結果を自動記録したデータをそのまま用いているので、時間経過は左方向に向かっていることに注意して頂きたい。既に述べたように、図7に示す型壁面温度の応答特性は1次遅れ要素のステップ応答とよく似ている。厳密な検証を行うと合致しない点もあるが、取り扱いの簡便さを考慮して、図7の型壁面温度の応答を1次遅れ要素のステップ応答として取り扱うことにした。そして、型壁面温度の上昇幅の86%の温度に達する時間T2を図7から読み取り、昇温速度を求めた。Y寸法を6mmと11mmとに変えて同様の実験を行い、得られた昇温速度の実験データを図6に表示している。矢印で示しているのは実験データの変動範囲である。

【0058】図6から判るように、シミュレーション結果に較べ実験結果の方が温度上昇速度が遅い。その理由としては、色々な因子が考えられるが最も大きな要因は、計算では流路内の熱媒体が低温から高温に直ちに置

き変わることを仮定しているが、実際の流路においては流路壁面に低温水が粘着して、直ちに高温水に置き変わらないことが挙げられる。このように、計算と実験結果との一致は必ずしも正確ではないがY寸法の増大と共に昇温速度が低下するという傾向は一致している。従って、加熱開始直後の温度上昇速度を2℃/秒以上にするにはY寸法を少なくとも10mm以下にする必要があり、実用型での変動要因を考慮すると6mm以下にする必要があることが図6から読み取れる。

【0059】このようにして、所望の温度分布ムラのRθの値に基づきKtの値を選択し、数1によりY寸法と流路径dおよびピッチ距離pとの比を求め、かつY寸法を6mm以下に押さえることにより、型壁面を急速に昇温、冷却させると共に、型壁面の温度分布ムラを所望の値以下に押さえることができる。

【0060】次に、上記した数1の導出経過について説明する。図8はコンピュータ、シミュレーションによる計算結果を図示したものである。流路の直径d、流路の壁面とキャビティの型壁面との距離がYとした時、流路の真上の型壁面の温度および真上からθの角度の型壁面位置の温度を経過時間T2、T3、T4と共に変化

の様子を示したものである。縦軸は温度、横軸は真上から

$$\frac{t_c}{Y} = \sqrt{\left\{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{d}{Y}\right)\right\}^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{p}{Y}\right)^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{d}{Y}\right)$$

【0064】図9の横軸は流路の真上からθの角度の型壁面位置をとっているが、流路の壁面とキャビティの型壁面との距離をtとすると、図9の横軸をt/Yに置き換えることができる。横軸にt/Yをとり、縦軸の値は図9をそのまま用いて書き直した図が図10である。

【0065】また、ピッチ中央点における流路の壁面とキャビティの型壁面との距離をtcで表わすと、ピッチ中央点におけるRθの値を求めるには、図10の横軸の値をtc/Yに読み変えれば良い。

【0066】例えば、図10で流路位置における流路の壁面とキャビティの型壁面との距離Yと、ピッチ中央点における流路の壁面とキャビティの型壁面との距離tcとの比が例えば、tc/Y=2の型壁面位置の到達温度は、経過時間T2においては流路中心の到達温度に比較して約62% (Rθ=62%)、経過時間T3においては流路中心の到達温度に比較しての約73% (Rθ=73%)であり、Rθ=80%以上の到達温度になるには経過時間T4まで待たねばならないことを示している。

【0067】通常、流路中心位置の型壁面温度に対して、ピッチ中央点における型壁面温度が最も低い。従って、型壁面の温度ムラの尺度であるRθを所望の値に収めるには、ピッチ中央点におけるRθを所望の値に収めれば良いから、そのために要する経過時間T2、T3・図10から読み取ることができる。つまり、所望の経過時間内に所望のRθに収まるために必要なtc/Y

θの角度の型壁面位置を示している。流路の真上の型壁面の温度が最も高く、真上から遠ざかるに従い型壁面温度は低下している。また、図9は横軸は図8と同じく流路の真上からθの角度の型壁面位置をとり、縦軸に図13で説明したRθの値をパーセントで示している。なお、図に示した経過時間T2、T3、T4は既に説明したが時定数をT1とすると、T2=T1×2、T3=T1×3、T4=T1×4の関係にある時間である。

【0061】一方、図13に示しているように、流路の直径d、流路の壁面とキャビティの型壁面との距離Y、流路のピッチ距離pとし、ピッチの中央点における流路の壁面とキャビティの型壁面との距離をtcとすると、tcは数5で表わされる。数5より容易に数6を得るが、数6では左辺はtc/Yで表わされている。

【0062】

【数5】

$$t_c = \sqrt{\left(Y + \frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{2}\right)^2} - \left(\frac{d}{2}\right)$$

【0063】

【数6】

の値を図10から読み取ることができる。このようにして、得られたtc/Yの値をKtとし数1に代入する。通常の成形品においては、Rθ=60%以上を確保すれば良いのでKt=2.0とすれば良いことが図10から読み取れる。また、厳しい表面性状が要求される場合はRθ=80%以上を確保せねばならないのでKt=1.5以下にする必要があることが図10から読み取れる。このようにKtの値を選ぶことにより、それぞれのケースに必要な型壁面温度の一様性すなわち、Rθを確保することができる。

【0068】Ktの値を与えると、数1を満たすd/Y、p/Yの値を算出することができるので、必要な温度一様性を確保した型構造を決定することができる。

【0069】(実施例2) 図4、図5は本発明の他の実施例を示したものである。図4で固定型は固定型1aと固定型1bとに分割されている。そして、固定型1bの上面に複数の流路8が刻まれている。熱媒体は図4に示す供給管11から供給され、図5に示すタンク9に入り、さらに連結管10を通じて流路8に供給される。上記固定型1aと固定型1bとの間の隙間から熱媒体が洩れないように、固定型1aと固定型1bの間には図示していないが適当なOリングにより密封されている。

【0070】図1、図2においては、熱媒体の流路8は固定型にドリルで穿孔されていたのに対し図4、図5では固定型1bの上面にフライス盤で溝彫りされて形成さ

れている。

【0071】図1、図2の構造では流路8は円形かつ直線状に限られ、型寸法が大きい場合は深穴穿孔が必要で型加工が困難となる等、流路の配置に制約を受ける。それに較べ図4、図5の構造の方が流路配置の制約が少ないが、固定型を分割しているので隙間からの水洩れの防止が必要となるという欠点もある。

【0072】図4、図5の構造をとる場合の流路8の代表寸法は、図4に示しているように流路の幅dを用いる。ただし数2を用いて流量決定を行う場合に、流路の幅dに較べ流路の深さhが2倍以上大きい場合は、流路の断面積を求め、その断面積に相当する円の直径を数2のdとして代入する。

【0073】なお、上記実施例の説明においては清水の圧力水を熱媒体に用いた場合について述べたが、温度分布ムラに関する数1に関連する事項は水以外の熱媒体、例えば油等を用いた場合についても当てはまることが確認されているので、本発明の熱媒体は清水の圧力水に限定されることはない。

【0074】

【発明の効果】本発明は以上に説明したように、金型のキャビティの近傍に複数の流路を設け、上記複数の流路に熱媒体を流す構造のプラスチック射出成型型において、上記流路に数2で規定した流量の100℃以上の圧力水または冷却水を流すことによりキャビティ面の温度の急速上昇、急速冷却が可能となり、さらにキャビティの壁面から流路の壁までの距離をY、流路の径d、ピッチ距離pに関する比を数1を満足するように選ぶ時に、数1のKtに代入する値を2.0以下、好ましくは1.

5以下に選ぶことにより、型壁面の温度分布ムラを実用上差し支えない範囲に押さえることができる。

【0075】これにより、成形サイクルの延長を最小限に押さえることができ、かつ高温成形の特徴である転写率の向上、成形不良の減少ないし根絶を実現することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を用いた一実施例の成型型の断面図

【図2】図1の矢線M-Mにおける断面図

【図3】図1におけるN部の拡大断面図

【図4】本発明を用いた他の実施例の成型型の断面図

【図5】図4の矢線N-Nにおける断面斜視図

【図6】図3のY寸法を横軸にとり、縦軸に昇温速度を示した図

【図7】本発明の成型型と同様の構造の実験型における昇温速度の実験データ

【図8】流路を中心とした型壁面の温度分布の時間経過を示す計算結果を示す説明図

【図9】流路を中心とした型壁面のRθの時間経過を示す計算結果を示す説明図

【図10】横軸にt/Yを用いたRθの時間経過を示す計算結果を示す説明図

【図11】数1、数2、数3の関係を示す説明図

【図12】1次遅れ要素を持つ温度レスポンスの説明図

【図13】型壁面の温度分布ムラの説明図

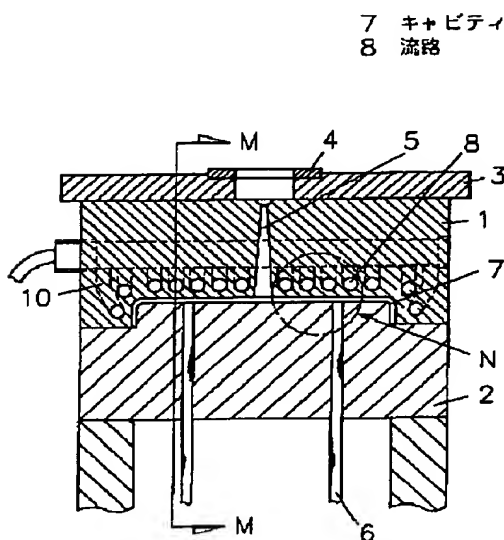
【図14】従来例の流路配置の説明図

【符号の説明】

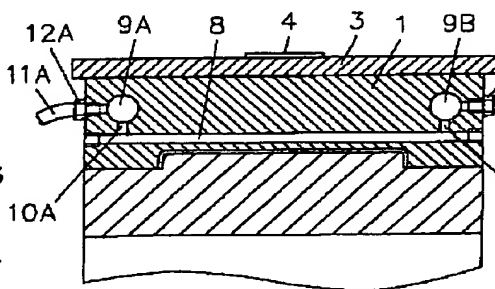
7 キャビティ

8 流路

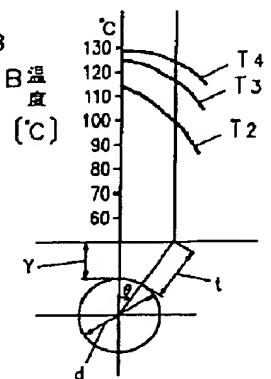
【図1】



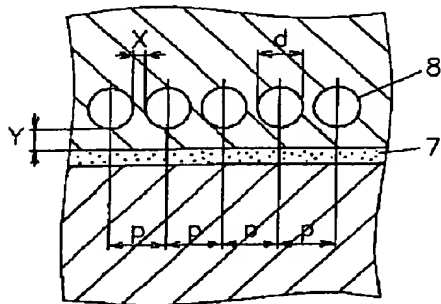
【図2】



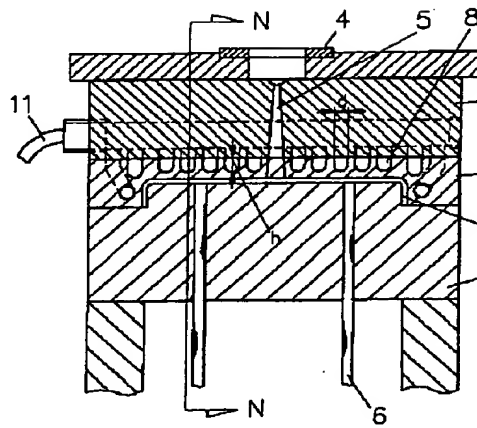
【図8】



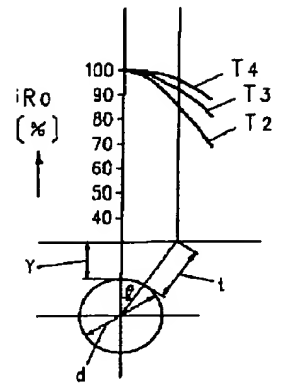
【図 3】



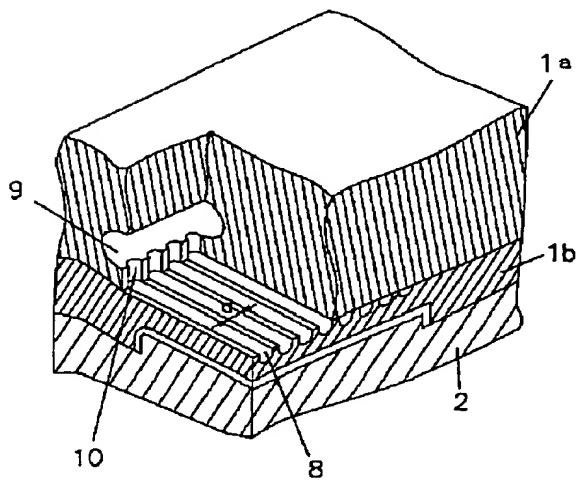
【図 4】



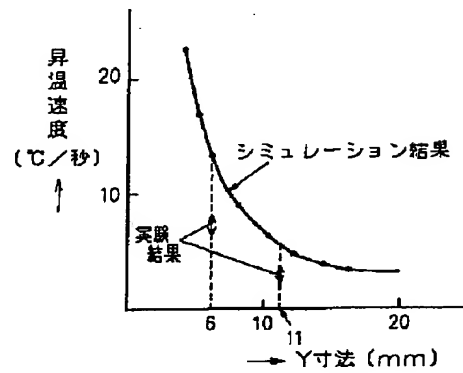
【図 9】



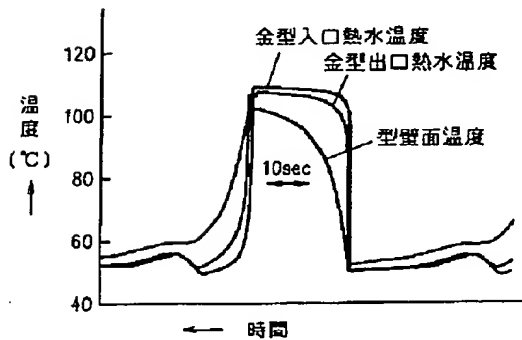
【図 5】



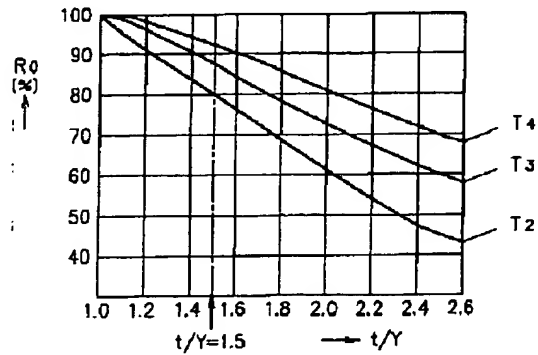
【図 6】



【図 7】

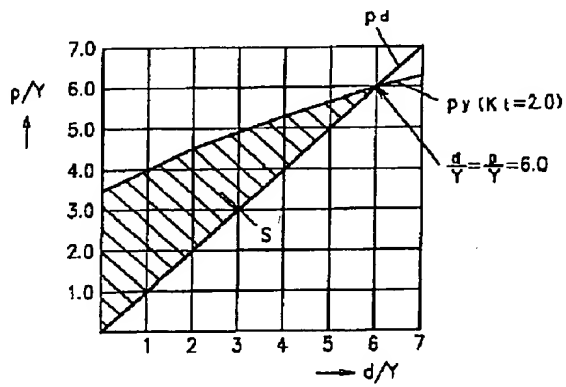


【図 10】

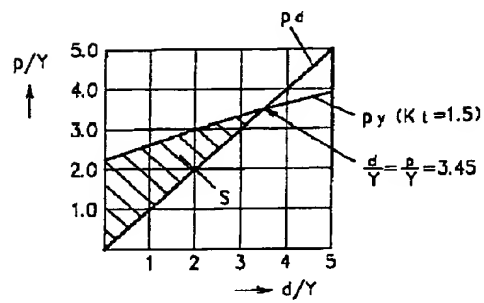


【 図 1 1 】

(a)

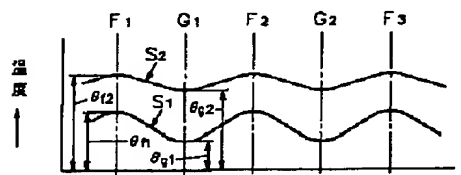


(b)

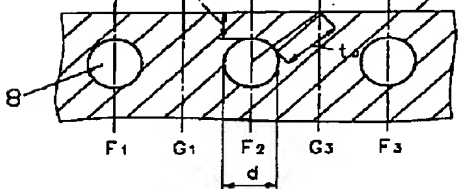


【圖 13】

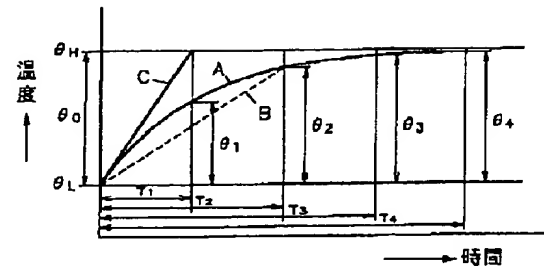
(a)



(b)



【图 1 2】



【图 14】

